

OPTIMASI KATALIS ASAM SULFAT DAN ASAM MALEAT PADA PRODUKSI GULA PEREDUKSI DARI HIDROLISIS KULIT BUAH DURIAN

Obed^{1*}, Andi Hairil Alimuddin¹, Harlia¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

*e-mail: obeddoank@gmail.com

ABSTRAK

Kulit buah durian secara proporsional mengandung unsur selulosa sekitar 50-60 % sehingga memiliki potensi sebagai sumber penghasil gula pereduksi jika dihidrolisis. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk optimalisasi produksi gula pereduksi pada hidrolisis kulit buah durian dengan menggunakan katalis asam sulfat dan asam maleat. Hidrolisis kulit buah durian dengan asam sulfat konsentrasi 0,5-2,5 N dengan suhu divariasikan 75-95 °C sedangkan hidrolisis kulit buah durian dengan asam maleat konsentrasi 0,17-0,85 N dengan variasi suhu yang sama. Hasil analisis gula pereduksi secara kuantitatif menunjukkan kadar optimum gula pereduksi hasil hidrolisis dengan menggunakan katalis asam sulfat diperoleh pada konsentrasi 1,5 N pada suhu 90°C yaitu 317,68 mg/ml. Sedangkan kadar optimum gula pereduksi hasil hidrolisis menggunakan katalis asam maleat diperoleh pada konsentrasi 0,68 N pada suhu 95 °C yaitu 0,119 mg/ml. Data ini mengindikasikan bahwa gula pereduksi yang dihasilkan dari hidrolisis kulit buah durian dengan menggunakan katalis asam sulfat jauh lebih banyak daripada menggunakan katalis asam maleat.

Kata kunci : Kulit buah durian, hidrolisis, gula pereduksi, asam sulfat, asam maleat

PENDAHULUAN

Durian merupakan salah satu anggota family *Bombacaceae* yang banyak tumbuh di hutan Kalimantan Barat. Selama ini masyarakat yang tinggal di perkotaan hanya mengkonsumsi daging buah dan bijinya untuk dibuat berbagai macam panganan, misalnya lempok, campuran kolak, selai, bahan campuran kue, tempoyak dan lain-lain. Sedangkan kulit durian tersebut hanya dibuang begitu saja sebagai sampah yang menghasilkan bau busuk bagi lingkungan dan mendatangkan banyak kuman, serangga, lalat dan nyamuk yang dapat menyebabkan timbulnya berbagai penyakit. Selain itu tumpukan kulit buah durian juga dapat merusak keindahan kota karena akan menciptakan pemandangan yang tidak sedap untuk dipandang mata.

Menurut Hatta (2007), kulit buah durian untuk satu buah durian secara proporsional mengandung selulosa sekitar 50-60 %. Kandungan selulosa yang cukup tinggi ini memiliki potensi sebagai sumber penghasil gula reduksi jika dihidrolisis. Hidrolisis adalah suatu reaksi peruraian antara suatu senyawa dengan air (H₂O) sehingga

senyawa tersebut akan mengalami penguraian menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Proses hidrolisis selulosa berlangsung lambat, akan tetapi proses ini dapat dipercepat dengan bantuan katalisator asam. Hidrolisis kulit buah durian dengan katalisator asam klorida pernah dilakukan dan memiliki hasil yang relatif baik pada suhu 95°C selama 80 menit dengan hasil konversi sebesar 0,0720 g/L (Dewati *et al.*, 1997).

Penelitian ini difokuskan pada optimalisasi hidrolisis kulit buah durian dengan menggunakan dua jenis katalisator asam yaitu asam sulfat dan asam maleat. Menurut Indral *et al* (2012), hidrolisis selulosa dari ampas sagu dengan menggunakan katalis asam sulfat memberikan hasil yang lebih baik daripada katalis asam klorida. Hidrolisis selulosa dengan katalis asam maleat menghasilkan jumlah gula pereduksi lebih banyak dari katalis asam karboksilat lainnya (Rudiansono *et al.*, 2013). Parameter yang ditinjau adalah jenis katalisator asam, temperatur hidrolisis dan konsentrasi katalisator asam terhadap kadar glukosa

yang diperoleh dari hidrolisis kulit buah durian.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Sampel yang digunakan adalah kulit buah durian yang diperoleh dari tempat sampah Pasar Mawar Pontianak, Jl. Hos Cokroaminoto, Kabupaten Pontianak, Kalimantan Barat.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemanas, neraca analitik, spatula, cawan petri, oven, labu leher tiga, termometer, magnetik stirer, statif, corong kaca, corong buchner, pompa vakum, tabung reaksi, pipet volume, pipet tetes, pengaduk, buret, bulp, erlenmeyer dan spektrofotometer *ultraviolet-visible* (UV-VIS).

Bahan-bahan yang digunakan adalah kulit buah durian, akuades (H_2O), asam sulfat (H_2SO_4), asam maleat, kertas saring, larutan fehling, metilen biru dan pereaksi arsenomolibdat.

Prosedur Penelitian

Preparasi Sampel

Buah durian dikupas dan diambil kulitnya, kemudian dipisahkan antara kulit bagian dalam yang lunak (berwarna putih) dengan kulit bagian luar (yang berduri). Setelah itu kulit yang lunak dikeringkan di bawah sinar matahari sampai benar-benar kering. Selanjutnya kulit yang sudah kering dihaluskan hingga menjadi serbuk lalu diayak dengan ayakan 60 mesh.

Hidrolisis Kulit Buah Durian (Dewati *et al.*, 1997)

Serbuk kulit buah durian ditimbang sebanyak 20 gram, lalu dimasukkan ke dalam labu leher tiga 500 ml. Setelah itu ditambahkan 100 ml akuades dan ditambahkan juga 200 ml asam sulfat pada variasi konsentrasi 0,5 N, 1 N, 1,5 N, 2 N dan 2,5 N. Selanjutnya dilakukan hidrolisis kulit buah durian pada variasi suhu yaitu 75°C, 80°C, 85°C, 90°C dan 95°C selama 120 menit. Setelah hidrolisis selesai, hidrolisat didinginkan terlebih dahulu sampai mencapai suhu ruangan sebelum disaring dengan menggunakan kertas saring untuk diambil filtratnya. (Untuk

katalisator asam maleat variasi konsentrasinya 0,17 N, 0,34 N, 0,51 N, 0,68 N dan 0,85 N).

Penentuan Kadar Gula Pereduksi dengan Metode Lane-Eynon (Dewati *et al.*, 1997)

Diambil 10 ml larutan sampel kemudian diencerkan dengan akuades ke dalam labu takar 250 ml. Diisi buret dengan larutan sampel yang sudah diencerkan. Selanjutnya diambil 5 ml Fehling A dan 5 ml Fehling B, dan ditambahkan 15 ml larutan sampel ke dalam erlenmeyer. Dipanaskan larutan pada erlenmeyer sampai mendidih dan tetap mendidihkannya selama 2 menit. Kemudian ditambahkan 1 ml indikator *Methylen Blue* dan dititrasi dengan larutan sampel hingga terbentuk endapan merah bata. Dicatat volume larutan sampel yang dibutuhkan untuk titrasi. Diulangi perlakuan sebanyak 3 kali dan dihitung volume rata-rata titrasi tersebut. Dihitung kadar glukosa dalam sampel dengan rumus :

$$\text{Kadar glukosa} = G \times \frac{100}{T} \times \text{faktor koreksi}$$

Ket : G = Total gula yang dibutuhkan untuk mereduksi larutan fehling dicari dalam Tabel Lane-Eynon.

T = Volume titrasi larutan sampel

Penentuan Kadar Gula Pereduksi dengan Metode Nelson-Somogyi (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Dipipet 1 ml filtrat hasil hidrolisat kulit buah durian lalu diencerkan dalam labu ukur 50 ml dan diambil 1 ml untuk dianalisa. Ditambahkan 1 ml larutan Nelson kemudian dipanaskan hingga mendidih selama 30 menit dan didinginkan. Ditambahkan 1 ml larutan arsenomolibdat lalu dikocok. Ditambahkan 7 ml akuades lalu dikocok hingga homogen. Diukur serapannya pada panjang gelombang 540 nm sehingga dapat dihitung kadar gula pereduksinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Sampel

Kulit buah durian merupakan sumber sampah yang berasal dari buah durian yang sudah diambil daging buahnya. Pemanfaatan kulit buah durian masih kurang sekali dan hanya dianggap sebagai sesuatu yang tidak berguna dan dibuang sebagai sampah. Sampel kulit buah durian yang digunakan sebagai bahan pada

penelitian ini diperoleh dari tempat sampah Pasar Mawar Pontianak.

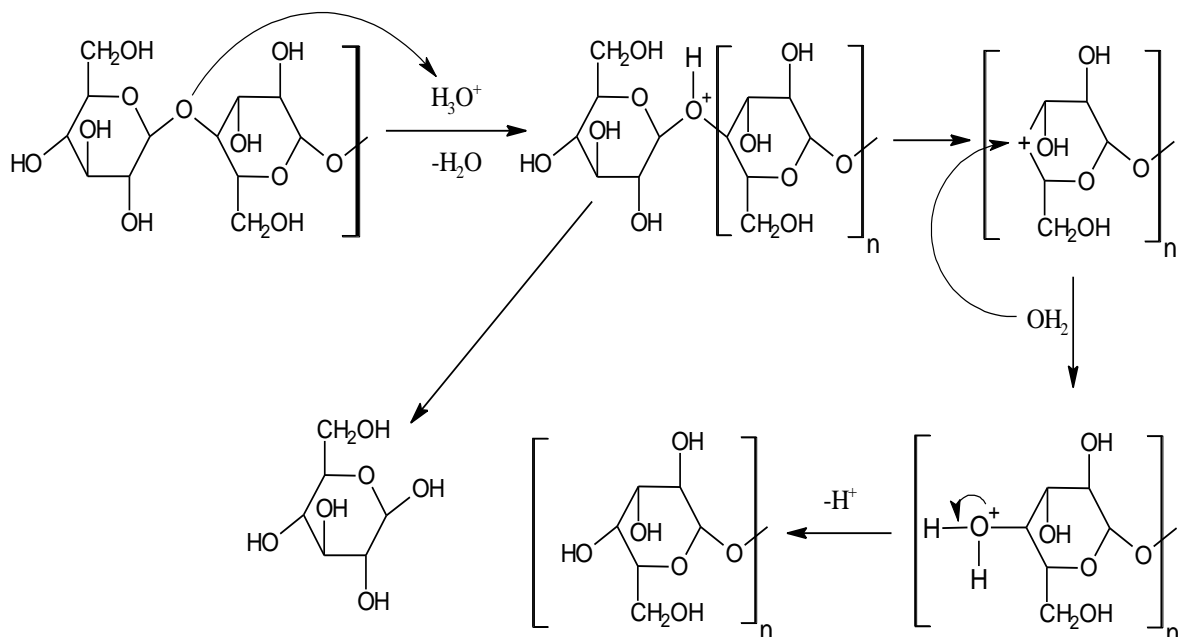
Kulit buah durian sebanyak 20 kg dibersihkan, lalu dipisahkan bagian kulit luarnya yang keras dengan kulit bagian dalam yang berwarna putih. Kulit bagian dalam ini kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari untuk menghilangkan kandungan air yang ada dalam kulit buah durian dan tetap dijaga agar kulit buah durian tidak lembab. Jika tidak dikeringkan, kulit buah durian akan mudah membusuk dan berjamur.

Kulit buah durian kering kemudian dihaluskan dengan cara digiling. Proses penggilingan bertujuan untuk memperkecil ukuran kulit buah durian sehingga diperoleh dalam bentuk serbuk serta untuk memperluas permukaan sentuh kulit buah durian dengan reagen penghidrolisis. Serbuk yang diperoleh dari 20 kg kulit buah durian basah sekitar 6 kg. Sebelum dihidrolisis, serbuk kulit buah durian kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 60 mesh supaya diperoleh dalam bentuk dan ukuran yang seragam.

Hidrolisis Kulit Buah Durian

Hidrolisis kulit buah durian dilakukan untuk memperoleh gula reduksi yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan pembuatan bioetanol. Hidrolisis kulit buah durian pada penelitian ini dikenal sebagai hidrolisis asam karena proses hidrolisis dilakukan dengan bantuan katalisator asam yaitu asam sulfat dan asam maleat. Katalisator asam digunakan untuk mempercepat proses hidrolisis polisakarida yang terkandung dalam kulit buah durian menjadi monomer-monomernya. Tanpa katalisator, hidrolisis masih dapat berlangsung, akan tetapi waktu yang diperlukan untuk menghidrolisis menjadi lebih lama.

Kulit buah durian mengandung polisakarida yang dapat berupa selulosa dan serat. Kedua senyawa ini akan menjadi sumber penghasil gula reduksi jika dihidrolisis. Hidrolisis polisakarida dengan katalisator asam akan mengurai polisakarida menjadi beberapa monosakarida. Mekanisme reaksi hidrolisis polisakarida dengan katalisator asam dicantumkan pada gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme Reaksi Hidrolisis Polisakarida (Minarni *et al.*, 2013)

Unit-unit monosakarida pada polisakarida dihubungkan melalui ikatan glikosida. Atom O pada ikatan glikosida memiliki dua pasang elektron bebas, elektron bebas ini akan mengikat proton yang berasal dari asam dalam bentuk H_3O^+ sehingga terbentuk suatu senyawa yang

bersifat tidak stabil karena bermuatan positif. Agar senyawa tersebut stabil maka dalam reaksi ini H_2O dilepaskan sehingga atom O hanya akan mengikat H^+ dan bermuatan positif. Atom O yang bermuatan positif selanjutnya akan memutus ikatannya dari monosakarida dan menghasilkan

glukosa. Monosakarida yang telah melepaskan ikatannya dengan atom O kemudian akan mengikat kembali H₂O dan melepas H⁺ sehingga terbentuk suatu polisakarida dengan rantai lebih pendek (Laka *et al.*, 2013).

Hidrolisis kulit buah durian dilakukan pada beberapa variasi suhu dan konsentrasi asam yang digunakan selama 120 menit. Variasi suhu yang digunakan yaitu 75°C, 80°C, 85°C, 90°C dan 95°C sedangkan variasi konsentrasi asam yang digunakan juga berbeda, untuk H₂SO₄ konsentrasi variasinya 0,5 N, 1 N, 1,5 N, 2 N dan 2,5 N sedangkan untuk asam maleat 0,17 N, 0,34 N, 0,51 N, 0,68 N dan 0,85 N. Penggunaan variasi suhu bertujuan untuk mengetahui suhu optimum yang dapat digunakan untuk menghidrolisis kulit buah durian. Selain variasi suhu, digunakan juga variasi konsentrasi dalam dalam menghidrolisis kulit buah durian. Diharapkan melalui variasi konsentrasi diperoleh konsentrasi asam yang tepat untuk menghidrolisis kulit buah durian supaya didapatkan gula pereduksi dalam jumlah yang maksimal. Banyaknya gula pereduksi yang didapatkan menunjukkan bahwa konsentrasi asam dan suhu yang dipakai dalam hidrolisis sudah tepat atau optimal.

Hasil hidrolisis kulit buah durian disaring dan diambil filtratnya. Filtrat yang diperoleh berwarna merah bata atau orange. Kepekatan warna filtrat yang diperoleh meningkat seiring naiknya konsentrasi asam dan suhu yang digunakan pada proses hidrolisis. Filtrat hasil hidrolisis mengandung gula reduksi yang jumlahnya dapat diukur kadarnya dengan metode analisis Lane-Eynon dan Nelson-Somogyi.

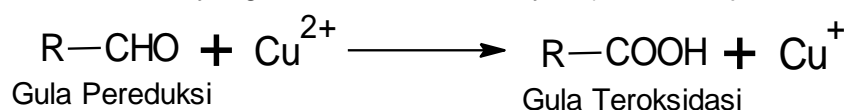
Penentuan Gula Pereduksi

Penentuan jumlah gula pereduksi yang diperoleh dari hidrolisis kulit buah durian menggunakan dua metode yang berbeda.

Gula pereduksi hasil hidrolisis dengan asam sulfat dianalisis menggunakan metode Lane-Eynon karena jumlah gula reduksi yang diperoleh dengan katalisator ini cukup banyak. Sedangkan gula pereduksi yang diperoleh dari hidrolisis dengan katalisator asam maleat jumlahnya hanya sedikit dianalisis dengan metode Nelson-Somogyi (Sudarmadji *et al.*, 1997).

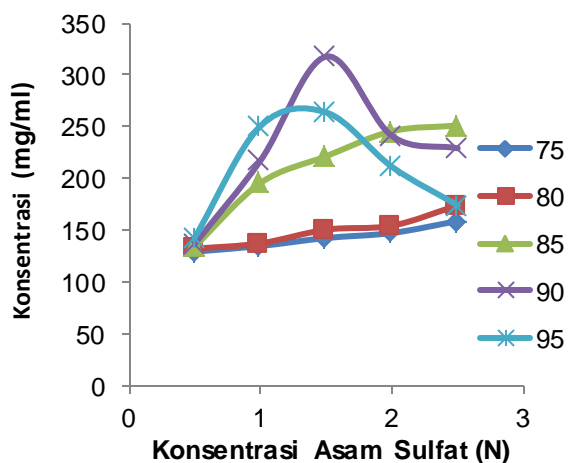
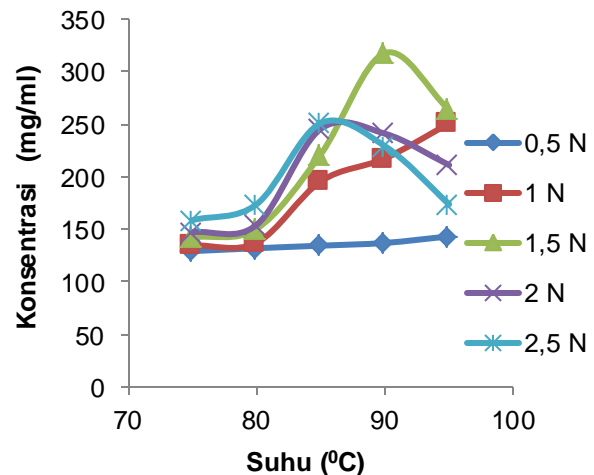
Metode Lane-Eynon merupakan metode penetapan kimia untuk gula pereduksi secara kuantitatif yang sesuai dengan SNI 01-2892- 1992. Analisis gula pereduksi pada metode ini dilakukan secara volumetri dengan titrasi. Gula pereduksi yang terkandung dalam hidrolisat dapat ditentukan konsentrasinya berdasarkan pada kemampuannya untuk mereduksi pereaksi tembaga (II) oksida (CuO) menjadi tembaga (I) oksida (Cu₂O). Jumlah gula reduksi yang digunakan tidak boleh melebihi 50 mL karena titrasi dengan metode ini hanya menggunakan buret 50 mL dan proses titrasi harus dilakukan dengan cepat (Sudarmadji *et al.*, 1997).

Prinsip yang digunakan dalam metode ini berdasarkan pada reaksi reduksi reagen Fehling oleh gula pereduksi. Penentuan dilakukan melalui titrasi terhadap reagen Fehling yang mengandung larutan CuSO₄ dan K-Na-tartrat dengan larutan gula yang akan ditentukan kadarnya. Gula pereduksi yang ada dalam hidrolisat kulit buah durian akan mereduksi tembaga (II) oksida (CuO) yang terkandung dalam larutan Fehling menjadi tembaga (I) oksida (Cu₂O). Hidrolisat dititrasi sampai larutan Fehling membentuk endapan berwarna merah bata, banyaknya hidrolisat yang dititrasi selanjutnya digunakan untuk menghitung jumlah yang terkandung dalam hidrolisat kulit buah durian pada penelitian ini. Jika banyak terbentuk endapan Cu₂O, maka hal ini menunjukkan bahwa gula pereduksi yang terkandung dalam hidrolisat cukup banyak (Sudarmadji *et al.*, 1997).



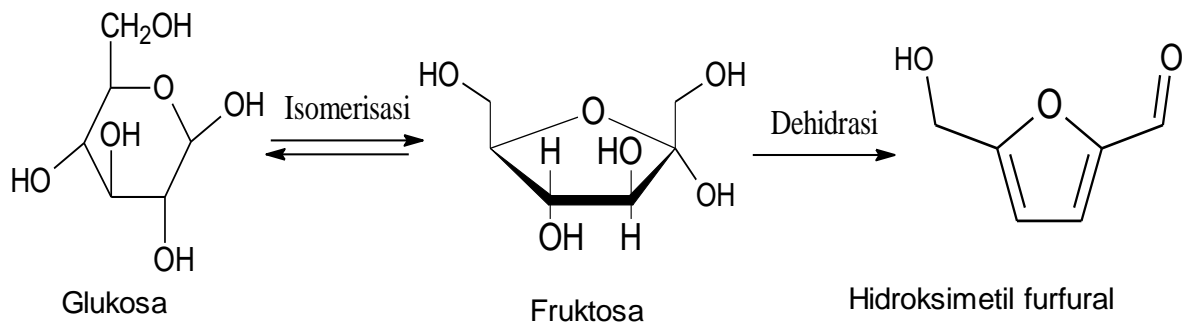
Tabel 1. Hasil Penetapan Kadar Gula Pereduksi dari Hidrolisis dengan Katalis H_2SO_4 dengan Menggunakan Metode Lane Eynon

	Konsentrasi (N)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)				
		75	80	85	90	95
Kadar Gula Pereduksi (mg/ml)	0,5	129,31	132,08	134,50	137,11	143,33
	1	134,76	137,30	195,70	217,49	250,68
	1,5	142,43	150,54	200,33	317,68	263,62
	2	147,29	154,34	245,58	240,96	211,12
	2,5	158,78	173,94	251,08	229,08	173,96

Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi H_2SO_4 dengan Kadar Gula Pereduksi pada Suhu TertentuGambar 3. Grafik Hubungan Antara Suhu Hidrolisis dengan Kadar Gula Pereduksi pada Konsentrasi H_2SO_4 Tertentu

Berdasarkan Tabel 1. dan grafik pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa banyaknya gula pereduksi yang diperoleh melalui reaksi hidrolisis pada suhu tertentu meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi H_2SO_4 dan akan mencapai jumlah maksimum pada konsentrasi H_2SO_4 yang optimum. Semakin tingginya konsentrasi H_2SO_4 berarti jumlah H^+ yang tersedia untuk menghidrolisis kulit buah durian semakin banyak sehingga proses

hidrolisis pun akan menjadi lebih cepat. Konsentrasi optimum katalis H_2SO_4 untuk hidrolisis kulit buah durian pada penelitian ini adalah 1,5 N pada suhu 90°C . Menurut Taherzadeh dan Karimi (2007), konsentrasi H_2SO_4 yang terlalu tinggi dapat menyebabkan glukosa dan senyawa gula lainnya terdegradasi membentuk senyawa hidroksimetil furfural dan furfural yang akhirnya keduanya membentuk asam format.



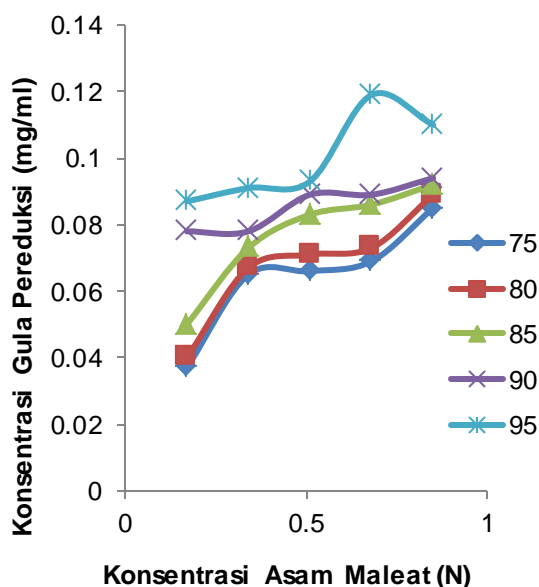
Gambar 4. Konversi Glukosa menjadi Hidroksimetil Furfural

Berdasarkan kinetika reaksi, semakin tinggi suhu yang dipakai pada saat hidrolisis maka semakin cepat pula reaksi hidrolisis berlangsung. Kenaikan suhu akan meningkatkan energi rata-rata molekul sehingga molekul akan bergerak lebih cepat dan jumlah tumbukan antar molekul akan semakin banyak. Jika tumbukan antar molekul mengalami peningkatan maka reaksi hidrolisis akan semakin cepat dan jumlah gula pereduksi yang dihasilkan akan lebih banyak. Selain itu, konstanta laju reaksi hidrolisis meningkat seiring dengan kenaikan suhu sehingga produk yang dihasilkan akan lebih banyak. Berdasarkan

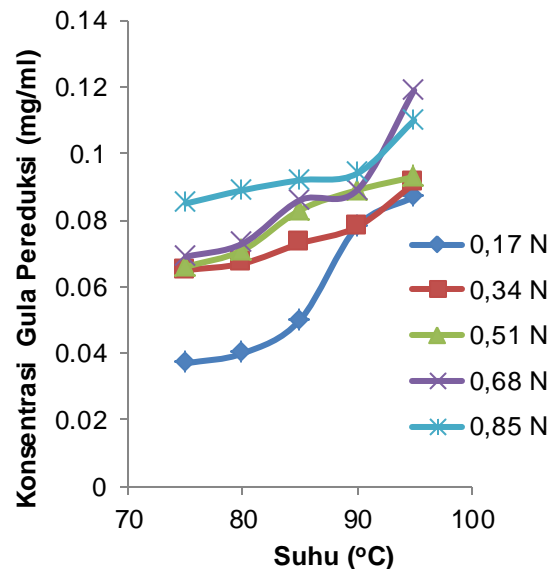
grafik pada gambar 3 diketahui bahwa kadar optimum gula pereduksi diperoleh pada hidrolisis kulit buah durian dengan katalis H_2SO_4 dengan konsentrasi 1,5 N pada suhu $90^{\circ}C$ yaitu 317,68 mg/ml. Tetapi suhu yang terlalu tinggi juga tidak baik digunakan pada proses hidrolisis, karena gula pereduksi yang dihasilkan justru akan menurun pada suhu yang tinggi. Menurut Taherzadeh dan Niklasson (2003), monosakarida akan mudah terdegradasi pada suhu tinggi menjadi senyawa furfural, hidroksimetil furufural, asam asetat, dan asam formiat yang sekaligus menjadi inhibitor untuk proses hidrolisis lanjutan.

Tabel 2. Hasil Penetapan Kadar Gula Pereduksi dari Hidrolisis dengan Katalis Asam Maleat dengan Menggunakan Metode Nelson-Somogyi

	Konsentrasi (N)	Suhu ($^{\circ}C$)				
		75	80	85	90	95
Kadar Gula Pereduksi (mg/ml)	0,17	0,037	0,040	0,050	0,078	0,087
	0,34	0,065	0,067	0,073	0,083	0,091
	0,51	0,066	0,071	0,083	0,089	0,093
	0,68	0,069	0,073	0,086	0,096	0,119
	0,85	0,085	0,089	0,092	0,094	0,110



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Asam Maleat dengan Kadar Gula Pereduksi pada Suhu Tertentu



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Suhu Hidrolisis Terhadap Kadar Gula Pereduksi pada Konsentrasi Asam Maleat Tertentu

Penentuan jumlah gula pereduksi yang diperoleh dari hidrolisis kulit buah durian yang jumlahnya cukup banyak dapat menggunakan metode Lane-Eynon, sedangkan untuk hidrolisat yang mengandung gula pereduksi hanya sedikit seperti yang terkandung dalam hidrolisat dengan katalis asam maleat dapat dianalisis dengan menggunakan metode Nelson-Somogy. Prinsip metode ini yaitu gula pereduksi akan mereduksi kupri oksida yang terdapat dalam reagen Nelson-Somogy menjadi kupro oksida melalui pemanasan. Selanjutnya ditambahkan reagen arsenomolibdat untuk melarutkan kupro oksida sehingga membentuk larutan molibdenum yang berwarna biru. Warna biru yang terbentuk menunjukkan ukuran konsentrasi yang terkandung dalam sampel. Konsentrasi ditentukan dengan cara membandingkan nilai absorbansi larutan sampel dengan nilai absorbansi larutan standar. Intensitas warna biru yang terbentuk ekuivalen dengan jumlah gula reduksi dalam sampel (Sudarmadji *et al.*, 1997).

Berdasarkan Table 2 dan grafik pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi asam maleat yang digunakan dalam hidrolisis kulit buah durian maka semakin besar pula kadar gula pereduksi yang diperoleh dan setelah mencapai titik maksimum pada konsentrasi asam maleat yang optimum, kadar gula pereduksi yang diperoleh pun akan menurun. Meningkatnya konsentrasi asam maleat yang digunakan maka akan meningkatkan jumlah ion H^+ yang tersedia untuk menghidrolisis kulit buah durian semakin banyak sehingga proses hidrolisis pun akan menjadi lebih cepat dan gula pereduksi yang dihasilkan lebih banyak (Rudiansono *et al.*, 2013). Namun konsentrasi asam maleat yang terlalu tinggi dapat menyebabkan glukosa dan senyawa gula lainnya terdegradasi membentuk senyawa hidroksimetil furfural dan furfural yang akhirnya keduanya membentuk asam formiat (Taherzadeh dan Karimi, 2007).

Berdasarkan grafik pada Gambar 6 diketahui bahwa suhu berpengaruh terhadap hasil hidrolisis. Semakin tinggi suhu yang digunakan untuk menghidrolisis maka semakin banyak pula jumlah gula pereduksi yang dihasilkan. Groggins (1992)

menyatakan bahwa konstanta laju reaksi hidrolisis akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu sehingga gula pereduksi yang dihasilkan akan lebih banyak. Kenaikan suhu juga akan meningkatkan energi kinetik molekul sehingga molekul akan bergerak lebih cepat dan peluang molekul-molekul untuk bertumbukan menjadi lebih banyak. Jika tumbukan antar molekul semakin banyak maka reaksi hidrolisis akan bertambah cepat dan gula pereduksi yang dihasilkan pun menjadi lebih banyak. Kadar optimum gula pereduksi diperoleh pada hidrolisis kulit buah durian menggunakan katalis asam maleat dengan konsentrasi 0,68 N pada suhu $95^{\circ}C$ sebesar 0,119 mg/ml.

Jumlah gula pereduksi optimum yang dihasilkan dari proses hidrolisis kulit buah durian menggunakan katalis asam sulfat lebih besar dibandingkan dengan menggunakan katalis asam maleat, karena asam sulfat termasuk asam kuat dan menyumbangkan dua protonnya dalam reaksi hidrolisis sehingga reaksi hidrolisis berjalan lebih cepat sedangkan asam maleat hanya menyumbangkan satu proton saja dalam reaksi hidrolisis. Akan tetapi penggunaan asam sulfat dapat menyebabkan terjadinya proses degradasi terhadap produk hidrolisis yang dihasilkan (Tsao *et al.*, 1978).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa gula pereduksi yang dihasilkan dari hidrolisis kulit buah durian dengan menggunakan katalis asam sulfat lebih banyak daripada menggunakan katalis asam maleat.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewati, R., Wahyusi, K.N. dan Dewi, C.P., 1997. Kinetika Reaksi Hidrolisa Kulit Durian menjadi Glukosa dengan Katalisator HCl pada Tangki Berpengaduk. *Jurnal Kinetika Kimia*, 1(5) : 37-45.
- Groggins, P.H., 1992. Unit Process In Organic Synthesis. New York : Mc Graw Hill Book Company.
- Hatta, Violet, 2007. Manfaat Kulit Durian Selezat Buahnya. *Jurnal UNLAM*, 3(4) : 15-21.

- Idral, D.D., Salim, M. dan Mardiah., E., 2012. Pembuatan Bioetanol Dari Ampas Sagu dengan Proses Hidrolisis Asam dan Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Kimia Unand*, 1(2) : 33-38.
- Laka, A.F., Nitbani, F.O., dan Wogo, H.E., 2013. Optimalisasi Hidrolisa Pati menjadi Glukosa dari Ubi Gatal (*Amorphophallus Campanulatus Bl.*) Menggunakan Asam. *Jurnal Kimia Terapan*, 1(1) : 6-16.
- Minarni, N., Ismuyanto, B., dan Sutrisno, 2013. Pembuatan Bioetanol Dengan Bantuan *Saccharomyces cerevisiae* dari Glukosa Hasil Hidrolisis Biji Durian (*Durio zhibetinus*). *Kimia Student Journal*, 1(1) : 36-42.
- Rudiansono, Umi B.L.U, Nana W., Paradilla C.W., Ina R., 2013. Hidrolisis Lignoselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Katalis Asam Karboksilat. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 7(1), 60-71.
- Sudarmadji, B., Bambang H. dan Suhardi. 1997. Analisa bahan makanan dan pertanian. Yogyakarta : Liberty.
- Taherzadeh, M.J. dan Karimi, K., 2007. Acid-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocelulosic Materials. *A Review, Bioresources*, 2(3) : 476.
- Taherzadeh, M.J., dan Niklasson, C., (2003). Ethanol from Lignocellulosic Materials : Pretreatment, Acid and Enzymatic Hydrolysis and Fermentation. New Jersey : Prentice-Hall International, Inc.
- Tsao, G.T., M. Ladisch, T.A. Hsu, B. Dale, C. Ladisch dan T. Chou. 1978. Fermentation Substrates from Cellulosic Materials : Production of Fermentable Sugars from Cellulosic Materials. di dalam D. Perlman (eds). *Annual Reports on Fermentation Processes : Volume 2*. Academic Press. New York.